

Rec'd

PTO

13 MAY 2003

18/534697

PCT/CA

03/01739^{re}

11 DECEMBER 2003 11.12.03



Office de la propriété
intellectuelle
du Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Canadian
Intellectual Property
Office

An Agency of
Industry Canada

REC'D 15 JAN 2004

WRC

PCT

*Bureau canadien
des brevets*
Certification

*Canadian Patent
Office*
Certification

La présente atteste que les documents
ci-joints, dont la liste figure ci-dessous,
sont des copies authentiques des docu-
ments déposés au Bureau des brevets.

This is to certify that the documents
attached hereto and identified below are
true copies of the documents on file in
the Patent Office.

Mémoire descriptif et dessins, de la demande de brevet no: 2,411,695, tels que déposés, le
13 novembre 2002, par **HYDRO-QUEBEC**, cessionnaire de Karim Zaghib, Michel
Armand, Abdébast Guerfi, Michel Perner et Elisabeth Dupuis, ayant pour titre: "Électrode
Recouverte d'un Film Obtenu à Partir d'une Solution Aqueuse Comportant un Liant
Soluble dans l'Eau, son Procédé de Fabrication et ses Utilisations"

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Sylvie Grogan
Agent certificateur/Certifying Officer

11 décembre 2003

Date

Canada

(CIPO 68)
04-09-02

OPIC



CIPO

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Procédé de préparation d'une électrode électrochimique recouverte en partie ou en totalité par un film obtenu par épandage et séchage, sur l'électrode, d'une solution aqueuse comportant un liant soluble dans l'eau. Les électrodes ainsi obtenues ont un coût de revient réduit et possèdent une porosité en surface associée à des valeurs avantageuses de résistance.

**ÉLECTRODE RECOUVERTE D'UN FILM OBTENU À PARTIR D'UNE SOLUTION
AQUEUSE COMPORTANT UN LIANT SOLUBLE DANS L'EAU, SON PROCÉDÉ DE
FABRICATION ET SES UTILISATIONS**

5 DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention est relative à un nouveau procédé de préparation d'une électrode électrochimique recouverte en partie ou en totalité par un film obtenu par épandage et séchage, sur l'électrode, d'une solution aqueuse comportant un liant soluble dans l'eau. Ce film lorsqu'il
10 est à base de graphite a une épaisseur qui est de préférence comprise entre 10 et 100µm, plus
préférentiellement encore comprise entre 20 et 45µm et selon le mode le plus avantageux le film a
une épaisseur d'environ 45µm.

Le film lorsqu'il est à base de fer, phosphate a une épaisseur composée entre 20 et 200µm, plus
15 préférentiellement encore entre 20 et 110µm, le mode le plus avantageux est celui dans lequel le
film a une épaisseur d'environ 90µm.

La présente invention est également relative aux électrodes obtenues par mise en œuvre du
procédé selon l'invention et aux systèmes électrochimiques incorporant une électrode selon
20 l'invention.

Un autre aspect de la présente invention est relatif à l'utilisation d'un polymère soluble dans
l'eau, comme liant dans une solution aqueuse pour la préparation d'un film pour le recouvrement
d'une partie ou de la totalité d'une électrode.

5 La présente invention met ainsi à disposition un nouveau procédé de fabrication de batterie Li-
ion Graphite naturel/électrolyte/LiFePO₄, soit tout liquide, tout gel ou solide.

ART ANTÉRIEUR

Le brevet américain US-A-6.280.882 décrit une composition électrolytique aprotique positionné
dans le séparateur et au moins dans une électrode composite contenant une poudre d'un matériau
actif d'électrode. La composition électrolytique employée comprend une première matrice
polymérique constituée par un polymère et au moins une seconde matrice polymérique séparée à
l'échelle macroscopique ainsi qu'au moins sel alcalin de même qu'un solvant aprotique polaire.

Ce procédé présente les inconvénients liés à l'utilisation des liants de type PVDF dilués dans des solvants classés comme toxiques par rapport à l'environnement.

DESCRIPTION DE MODES PRÉFÉRENTIELS DE RÉALISATION DE L'INVENTION

5

De façon générale, lors de la mise en œuvre des procédés selon l'invention, les techniques dites à haute vitesse tel que l'extrusion ou l'épandage vertical sur EXMET peuvent être utilisées, cependant l'extrusion est le procédé recommandé. Le liant sans fluor est dissout dans l'eau ce qui facilite le procédé d'extrusion et augmente la vitesse des procédés. La présence du graphite dans l'anode et dans la cathode joue le rôle de lubrifiant et permet, notamment, lors de la mise en œuvre de l'extrusion, d'homogénéiser l'épaisseur de l'électrode et de diminuer sa résistance en contrôlant la porosité.

10

Le solvant utilisé, que ce soit dans le cas de l'anode ou dans celui de la cathode est l'eau, ce qui rend le procédé sécuritaire, respectueux de l'environnemental et peu coûteux. L'utilisation d'un sel de type Imide (sans formation de HF) assure la bonne conductivité de l'électrolyte augmente la sécurité de la batterie.

15

Le nouveau procédé selon l'invention est applicable notamment à la production de batteries Li-ion peu coûteuses et sécuritaires. De telles batteries comportent au moins les 4 parties suivantes:

20

1. une anode;
2. une cathode;
3. un séparateur; et
4. un électrolyte.

25

EXEMPLES

Les exemples suivants sont donnés à titre purement illustratif et ne sauraient être interprétés comme constituant une quelconque limitation de l'invention.

10 1. Utilisation du procédé pour la préparation d'une anode

L'anode est formée de particules sphériques de graphite ayant une taille moyenne de 20 μm , enrobées avec 1 % d'un graphite prismatique d'une taille de 4 μm , le mélange est assuré par Mécano-fusion ou par Hybridisation. Ainsi 95 % de graphite est mélangé à 5 % d'un

STYRENE BUTADIENE RUBBER (STYRENE BUTADIENE RUBBER (SBR) tel que le (NIPPON ZEON'S BINDER BATTERY GRADE (BM-400B)) qui sert comme liant, ce dernier étant mis en solution dans l'eau.

Une concentration optimum est choisie pour l'extrusion ou l'épandage sur le cuivre (de préférence sur du métal étiré dit EXMET).

Le graphite sphérique est choisi à cause de la rapidité de la diffusion du lithium et de sa capacité réversible de l'ordre de 370 mAh/g. Le carbone prismatique est choisi comme pont de conductivité entre les particules sphériques, ce qui diminue la résistance de l'électrode, l'autre rôle du graphite prismatique (relié à la présence de surfaces basales) est d'assurer la lubrification de l'électrode, en particulier lors de l'extrusion ou de l'épandage, ce qui a pour effet d'homogénéiser l'épaisseur et la porosité de l'électrode. Le séchage « onLine » par infrarouge simplifié la machinerie et le procédé.

Le chauffage sert aussi à éliminer les traces d'eau (H_2O). Le fait que l'électrode ne soit pas salée (pas de sel) permet d'améliorer les performances électrochimiques de la batterie pour sans qu'il y ait formation de HF).

L'autre avantage associé à cette électrode est l'emploi d'un liant non fluoré, ce qui permet d'éliminer toute réaction avec l'électrolyte ou toute réaction parasite avec formation de HF. Ceci influence le choix du matériau multicouches, du métal plastique qui sert comme boîtier de la batterie et permet d'éviter l'emploi d'une couche protectrice contre HF, ceci limite d'autant les coûts de fabrication.

Dans ce procédé, le solvant de départ est l'eau, ceci est bénéfique pour l'environnement et ne demande aucune installation spéciale (comme une chambre anhydre, ou la récupération du solvant avec des précautions spéciales).

2. Utilisation du procédé pour la préparation de la cathode

La cathode est constituée de préférence de $LiFePO_4$ (origine Phostech Inc.). $LiFePO_4$ est enrobé par 3 % de Noir de Ketjen et par 3 % de graphite naturel ou artificiel. Le procédé d'enrobage est assuré par mécano-fusion ou par hybridisation.

Le noir de Ketjen sert à constituer le réseau de conductivité électronique dans l'électrode. Le graphite joue un double rôle, il assure d'abord un pont de jonction entre le $LiFePO_4$ et le noir Ketjen, ce qui amène une basse résistance de l'électrode. Le graphite assure également un rôle de lubrifiant et facilite l'épandage, en particulier par extrusion, en donnant une bonne uniformité et une porosité contrôlée de l'électrode.

Le composé $LiFePO_4$ /carbone (noir de Ketjen)/graphite est mélangé avec 5 % de liant STYRENE BUTADIENE RUBBER (STYRENE BUTADIENE RUBBER (SBR); (NIPPON

ZEON'S BINDER BATTERY GRADE(BM-400B)) mis en solution dissous dans l'eau. L'épandage du composite est assuré par extrusion ou Doctor Blade (horizontal ou vertical), de préférence par Extrusion, le séchage est assuré comme dans le cas de la préparation de l'anode décrite dans la partie 1, qui met en œuvre de l'Infrarouge.

5 Le procédé de la cathode est similaire à celui de l'anode.

Il nécessite l'utilisation :

- de H₂O comme solvant;
- d'un graphite lubrifiant et conducteur;
- de l'Infra-Rouge comme moyen de séchage;
- 10 - d'un liant sans fluor de type STYRENE BUTADIENE RUBBER (STYRENE BUTADIENE RUBBER (SBR); (NIPPON ZEON'S BINDER BATTERY GRADE(BM-400B).

Il évite l'utilisation:

- d'un sel;
- 5 - d'une chambre anhydre; et
- de précautions spéciales.

Le LiFePO₄ est complètement chargé à 3,8 V, sans pour autant décomposer le STYRENE BUTADIENE RUBBER (STYRENE BUTADIENE RUBBER (SBR); (NIPPON ZEON'S BINDER BATTERY GRADE(BM-400B). L'utilisation du sel de type Imide n'affecte pas la corrosion des collecteurs d'aluminium, de préférence de type EXMET ce qui est avantageux pour la densité d'énergie de la batterie.

3. Procédé de préparation d'un séparateur

5 a. Séparateur pour Liquide et Gel Électrolyte

Le séparateur est de préférence de type PP (Poly Propylène) ou PE (Poly Ethylène) ou leur mélange. Il est obtenu de préférence par extrusion. La porosité de ce séparateur est d'environ de 30 à 50 %, ce qui donne plus de place pour l'électrolyte en particulier pour le gel. Cette membrane est appelée « Free Solvent » (Solvant Libre). Le séparateur est réticulé par chauffage thermique UV, E-Beam, ou IR (thermique). — de préférence par IR « onLine ».

b. Séparateur Polymère

L'utilisation de ce séparateur dans la batterie limite encore plus l'utilisation de PP ou de PE. L'avantage de polymère comme séparateur est d'ordre sécuritaire, puisqu'il forme un gel physique et chimique avec l'électrolyte.

Le séparateur est formé de préférence d'un polyether de type co-polymère PEO-PPO (Poly Ethylène-Oxyde-Poly-Propylène Oxyde) de type 3 branches ou 4 branches, de préférence d'un polyether 4 branches (commercialisé par DKS sous l'appellation Elexel 217). Ces polyethers sont pratiquement liquides à température ambiante. Leur utilisation dans le cadre du procédé d'extrusion ne demande aucun ajout de solvant, ce qui élimine le problème de nuisance à l'environnement.

Le cross-linking de ce type de polymère est effectué thermiquement par E-Beam- IR ou UV.

4. Montage d'une batterie Li-ion (Figs 1-4)

a. Tout liquide

Les 3 films anode/séparateur : PP ou PE/ Cathode sont enroulés ensemble selon la capacité désirée (en mAh ou Ah); lors de l'enroulement une pression de 10 PSI est appliquée. Les tabs (connecteur de courant) de type Al et Nickel sont soudés par ultrason (ATM207), respectivement sur le collecteur Al de la cathode et le cuivre de l'anode.

L'enroulement des 3 films est introduit dans une pochette en métal plastique, sans le protecteur de HF.

L'injection de l'électrolyte liquide est réalisée après un vide complet de la pochette métal plastique. L'électrolyte liquide est un mélange de sels et de solvants, le sel est de type Imide comme le LiTFSI et/ou le LiFSI, le solvant ou le mélange de solvant utilisé possède préférentiellement un haut point d'ébullition. À titre d'exemple de solvant utilisable dans ce contexte:

EC + γ BL

EC + TESA (ou TESA modifié)

ou

PC + EC + γ BL

PC + EC + TESA (ou TESA modifié)

PC + EC + TESA + TESA (ou TESA modifié)

La concentration du sel dans le cas des liquides est ≤ 1 M (1 molaire). Une fois que la batterie est scellée, la formation électrochimique de la batterie est réalisée par l'application de faibles courants pour obtenir un film de passivation uniforme sur la surface de l'anode (graphite/ellipsoïde).

b. Gel avec séparateur PP ou PE

Le procédé de la partie 4b est essentiellement le même que celui décrit dans la partie 4a.

Le précurseur de l'électrolyte gel est composé de 5 % polymère (Excel) + 95 % (1.5 M TFSI) + EC + PC + γ BL 1:1:3) + 1000 PPM d'un thermo-initiateur qui est de préférence le Perkadox 16. Cette combinaison ne limite pas le choix de l'électrolyte.

L'électrolyte est injectée après un vide total de la pochette de la batterie, incluant les 3 films (Anode/séparateur PP/cathode).

Une fois la batterie scellée, le gel est obtenu par traitement thermique à 80 °C, pendant 10 minutes, de préférence par IR pendant 10 minutes. Une mesure d'impédance, in-situ, suit l'évolution de la résistance de l'électrolyte. Après mise en œuvre de la polymérisation, la batterie est formée électrochimiquement, comme l'équivalent de la partie 4b. La concentration du gel est constante dans le séparateur, dans l'anode et dans la cathode.

c. Gel avec séparateur polyether

Les 3 films Anode/polyether/cathode sont enroulés ensemble et introduits dans une pochette de type Métal plastic. Le précurseur du gel est de même nature que le précurseur déjà décrit dans la partie 4b). Le précurseur du gel est introduit dans la pochette Métal plastique après un vide complet. La polymérisation est obtenue à 80 °C pendant 10 minutes ou de préférence avec IR (infra-rouge) une fois que la batterie est scellée. Une formation comme dans le cas de 4b est appliquée à la batterie. La concentration du gel dans le séparateur et les électrodes est différente.

5. Autres technologies

La mise en œuvre de ce nouveau procédé n'est pas limitée à l'utilisation du graphite comme matériau actif de l'anode ou de LiFePO_4 comme matériau actif de la cathode.

À titre d'exemple, on peut citer quelques anodes de type Si, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ou d'alliages à base de Sn ou autres pour la cathode LiCOO_2 ou $\text{Li Mn}_{0.5} \text{Ni}_{0.5} \text{O}_2$, $\text{Li Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z$ ou autres.

Le gel peut être également de type PVDF ou constitué par un mélange de Polyether + PVPF ou Polyether + PMMA ou autre.

Le procédé s'adapte facilement au super condensateur hybride de type:

- 5a) $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ /Electrolyte/carbone;
- 5b) WO_2 /Electrolyte/carbone;
- 5c) Graphite /Electrolyte/carbone; et
- 5d) Si/Electrolyte/carbone ou autre combinaison.

5

Bien que la présente invention ait été décrite à l'aide de mises en œuvre spécifiques, il est entendu que plusieurs variations et modifications peuvent se greffer aux dites mises en œuvre, et la présente invention vise à couvrir de telles modifications, usages ou adaptations de la présente invention suivant en général, les principes de l'invention et incluant toute variation de la présente description qui deviendra connue ou conventionnelle dans le champ d'activité dans lequel se retrouve la présente invention, et qui peut s'appliquer aux éléments essentiels mentionnés ci-haut, en accord avec la portée des revendications suivantes.

REVENDECATIONS

1. Procédé de préparation d'une électrode électrochimique recouverte en partie ou en totalité par un film obtenu par épandage et séchage, sur l'électrode, d'une solution aqueuse comportant un liant soluble dans l'eau.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la solution aqueuse comporte un épaississant soluble dans l'eau, ledit épaississant étant de préférence de type Cellogen tel que le WSC, 7A, 3H, EP ou 4H fabriqué par la société DKS (Japon).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'électrode est une anode et la solution aqueuse contient:
 - au moins 64 % de graphite; et
 - au moins 3 % d'un liant soluble dans l'eau,
 - de 0.1 à 2 % d'un épaississant; et
 - au plus 27 % d'eau.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel l'électrode est une cathode et la solution aqueuse contient :
 - au moins 64 % de LiFePO_4 ; et
 - au moins 3 % d'un liant soluble dans l'eau ;
 - de 0.1 à 2 % d'un épaississant; et
 - au plus 27 % d'eau.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le liant étant préférentiellement du type Styène Butadiène Rubber, plus préférentiellement encore un STYRENE BUTADIENE RUBBER (SBR) commercialisé par la société NIPPON ZEON'S BINDER BATTERY GRADE (BM-400B) ou équivalent.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le liant est de type non fluoré ou de type faiblement fluoré.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendication 1 à 6, dans lequel l'épaississant est du EP et/ou du 4H.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel l'eau présente dans la solution aqueuse est évaporée jusqu'à 95 %.
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel le séchage et l'élimination des traces de H_2O présentes en surface de l'électrode, après son recouvrement par la solution aqueuse, se fait par voie thermique en ligne du procédé EXT, DBH ou DBV.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel l'élimination de l'eau présente dans le film obtenu par extrusion se fait par infrarouge.
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel l'électrode est de type non salé.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, réalisé sous air, sans aucun contrôle d'atmosphère.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 12, dans lequel l'électrode est négative et de type graphite, alliage de Sn (poudre), Si, $Li_4Ti_5O_{12}$, WO_2 ou de leur mélange, de préférence l'électrode est de type graphite ellipsoïdal enrobé de graphite prismatique.
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel l'enrobage du graphite ellipsoïdal par le graphite prismatique est obtenu par mécano-fusion ou par hybridisation.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 et 5 à 13, dans lequel l'électrode est positive de type $LiCoO_2$, $LiNiO_2$, $Li_2Mn_2O_4$, $LiNi_{0.5}Mn_{0.5}O_2$, $LiFePO_4$ enrobé de graphite et de carbone ou un mélange de ces derniers.
16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel l'électrode est de type $LiFePO_4$ enrobé de graphite et de carbone.
17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel la surface spécifique du carbone, mesurée par BET (Balyage Electronique à Transmission), est $\geq 50 \text{ m}^2/\text{g}$.
18. Procédé selon la revendication 16 ou 17, dans lequel l'enrobage du $LiFePO_4$ par le carbone et le graphite est assuré par mécano-fusion ou par hybridisation.

19. Electrode obtenue par un des procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 18.
20. Électrode selon la revendication 19 qui est une cathode sur un support constitué au moins en partie par du stainless, de l'aluminium, du carbone, du métal-plastique ou par un mélange de ces derniers.
21. Électrode selon la revendication 19 qui est une anode sur un support constituée au moins en partie par du cuivre, du métal-plastique, ou par un mélange de ces derniers.
22. Électrode selon l'une quelconque des revendications 19 à 21, d'un coût de fabrication réduit et ayant une bonne stabilité au stockage en présence d'humidité et en présence de températures élevées.
23. Électrode selon l'une quelconque des revendications 19 à 22, d'un coût de fabrication réduit et ayant une bonne stabilité au stockage en présence d'humidité et en présence de températures élevées.
24. Procédé de préparation d'un système électrochimique comportant au moins une anode, au moins une cathode et au moins un séparateur, dans lequel au moins l'anode ou au moins la cathode a été obtenue par un procédé décrit dans l'une quelconque des revendications 1 à 18.
25. Procédé de préparation d'une batterie électrochimique selon la revendication 24, dans lequel le séparateur est poreux.
26. Procédé de préparation d'une batterie électrochimique selon la revendication 27, dans laquelle le séparateur est de préférence de type PP ou PE ou de type mélange (PP, PE).
27. Procédé selon la revendication 26, dans lequel le séparateur est de préférence obtenu par extrusion.
28. Procédé selon la revendication 24, dans lequel le séparateur est de type gel.
29. Procédé selon la revendication 28, dans lequel le séparateur est obtenu à partir de polyester, PVDF ou PMMA ou polyether + PVDF polyether + PMMA.

30. Procédé selon la revendication 29, dans lequel le séparateur est de type polyether copolymère PEO-PPO.
- 5 31. Procédé selon la revendication 30, dans lequel le séparateur est de type polyether à 3 branches ou à 4 branches.
32. Procédé selon la revendication 31, dans lequel le séparateur est de préférence de type à 4 branches fabriqué par DKS Japon et commercialisé sous la marque ELEXCEL ERM1.
-) 33. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 32, dans lequel la porosité du film qui recouvre une ou plusieurs des électrodes, mesurée selon la méthode de mesure des épaisseurs, est comprise entre 10 et 90 %.
34. Procédé selon la revendication 33, dans lequel la porosité est comprise entre 30 et 40 %.
35. Système électrochimique susceptible d'être obtenue par un procédé selon l'une quelconque des revendications 24 à 34.
36. Système électrochimique comprenant au moins une électrode selon l'une quelconque des revendication 20 à 23, un séparateur de type électrolyte gel, solide ou liquide.
37. Système électrochimique selon la revendication 36, comprenant un électrolyte gel.
38. Système selon la revendication 37, dans lequel l'électrolyte pour la batterie tout liquide comporte au moins un sel et au moins un solvant.
39. Système selon l'une quelconque des revendication 36 à 38, dans lequel la concentration molaire en sel, dans l'électrolyte, est inférieure ou égale à 1 et la concentration molaire en solvant est supérieure ou égale à 1.
40. Système selon la revendication 38 ou 39, dans lequel le sel est de préférence un sel de la famille des imides, de type LiTFSI ou LiFSI ou de type mélange LiTFSI ou LiFSI.

41. Système selon l'une quelconque des revendications 36 à 40, dans lequel les solvants ont un point d'ébullition élevé.
42. Système selon la revendication 41, dans lequel le solvant a un point d'ébullition $> 100^{\circ}\text{C}$.
43. Système selon la revendication 42, dans lequel le solvant est de type γBL , TESA, ou TESA modifié, ou leur mélanges.
44. Système selon l'une quelconque des revendications 246 à 43, dans lequel les solvants EC et PC sont utilisés pour la formation du film de passivation dans le cas des anodes à base de carbone, et le solvant PC pour les applications à basse température.
45. Système selon la revendication 33, dans lequel l'électrolyte pour la batterie tout gel est obtenue à partir d'un précurseur composé de a) un polymère + b) une électrolyte liquide.
46. Système selon la revendication 45, dans lequel la teneur en a) varie de 1 à 99 %, de préférence cette teneur varie de 5 à 25 %; et la teneur en b) varie de 1 à 99 %, de préférence cette teneur varie de 75 à 95 % et les teneurs a et b vérifient la relation $(a) + (b) = 100\%$, les % étant exprimés en poids.
47. Système selon la revendication 46, dans lequel, un thermo-initiateur est ajouté dans des quantités qui sont proportionnelles au poids total a) + b).
48. Système selon la revendication 45, dans lequel la composition du précurseur est d'environ 5 % d'un polyether à 4 branches de préférence de type ELECEL et environ 95 % de l'électrolyte de composition $(1.5 \text{ LiTFSI} + \text{EC} + \text{PC} + \text{TESA} + \gamma\text{BL} (1 : 1 : 1 : 2))$.
49. Système selon la revendication 48., dans lequel, la concentration en sel de lithium est supérieure ou égale à 1 M (1 molaire) pour les gels.
50. Système selon la revendication 48, dans lequel, la concentration en sel de lithium est inférieure ou égale à 1 M (1 molaire) dans l'électrolyte liquide.
51. Utilisation d'un polymère soluble dans l'eau, de préférence d'un polymère de type Styrène Butadiène Rubber, plus préférentiellement encore un STYRENE BUTADIENE RUBBER

(SBR) commercialisé par la société NIPPON ZEON'S BINDER BATTERY GRADE (BM-400B) comme liant dans une solution aqueuse pour préparation d'un film pour le recouvrement d'une partie ou de la totalité de l'électrode.

- 5 52. Utilisation selon la revendication 51, sans aucune formation de HF.
53. Utilisation selon la revendication 52, dans laquelle la formation de HF est évitée par l'utilisation d'un sel d'imide.
54. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 51 à 53, dans laquelle la solution polymérique recouvrant l'électrode est réalisée par radiation thermique après l'électrode recouverte ait été placée dans une batterie scellée.
55. Utilisation selon la revendication 54, dans laquelle le scellage de la batterie est réalisé de préférence par Infra Rouge.
56. Utilisation selon la revendication 54 ou 55, dans laquelle la température de polymérisation se situe entre 40 et 80°C.
57. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 51 à 56, dans laquelle le temps de réticulation du polymère se situe entre 5 minutes et 2 heures.
58. Utilisation selon la revendication 47, dans laquelle la polymérisation est réalisée à environ 80°C et pendant environ 10 minutes.
59. Utilisation selon la revendication 48, dans laquelle la batterie est flexible de type métal plastique multicouches.
60. Utilisation selon la revendication, pour la réduction du poids et des coûts de fabrication du fait qu'il n'y a plus de nécessité d'avoir une couche de protection contre HF est éliminée dans le procédé.
61. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 51 à 60, dans la préparation de super condensateurs de préférence dans la préparation des supercondensateurs de type hybride.

62. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 26, dans laquelle le support de cathode est de type aluminium de préférence de type métal étiré EXMET.

5 63. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 1 à 52, dans laquelle le support de l'anode est de type cuivre de préférence EXMET lorsque le voltage moyen est inférieur à 0,9 V et le support de l'anode est en aluminium lorsque le voltage moyen est supérieur à 0,9 V.

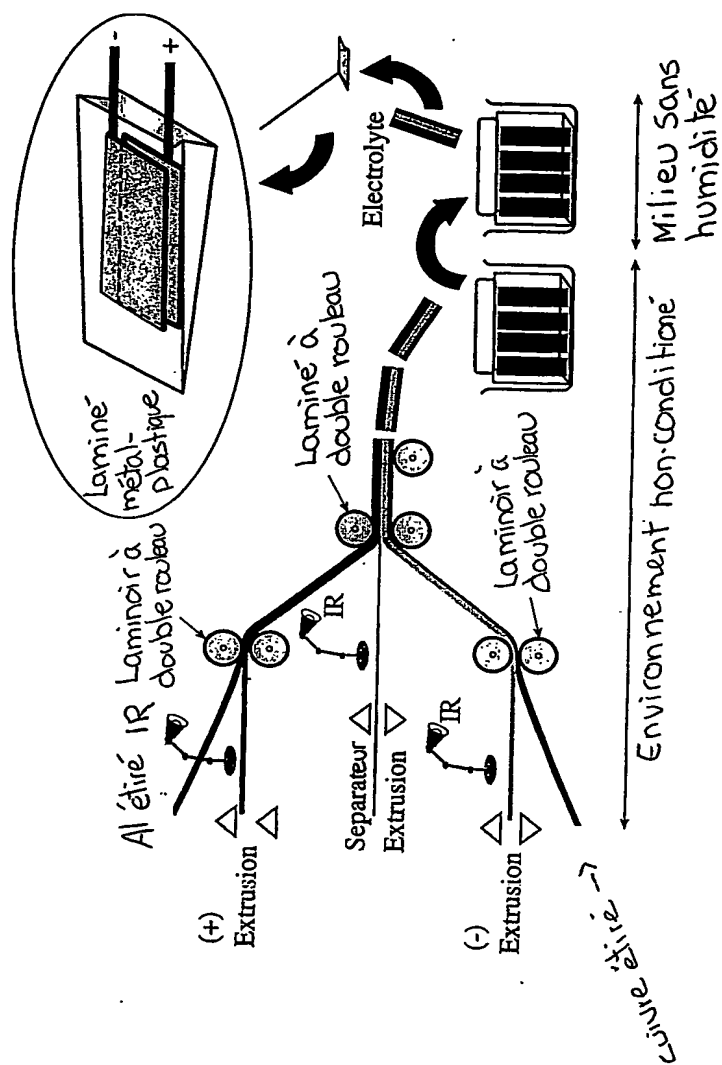


Figure 1: Représentation schématique d'un procédé de préparation d'une batterie Lithium-ion par extrusion

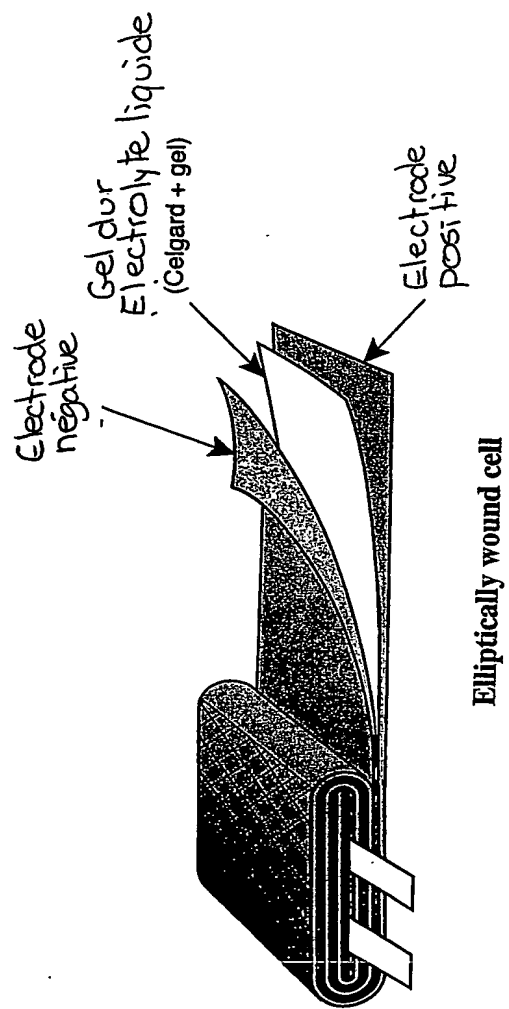


Figure 2: Représentation de la structure d'un élément d'une batterie Lithium-ion polymère obtenue par extrusion

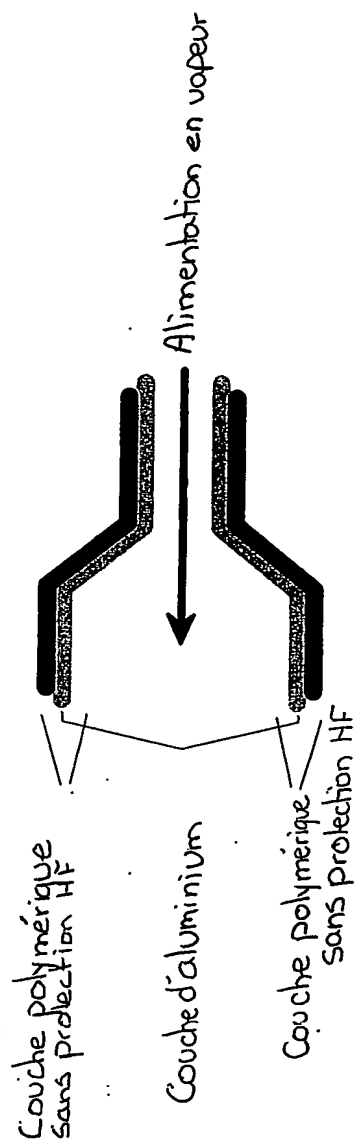


Figure 3: Représentation schématique d'une enveloppe servant à la couverture d'une batterie LPB

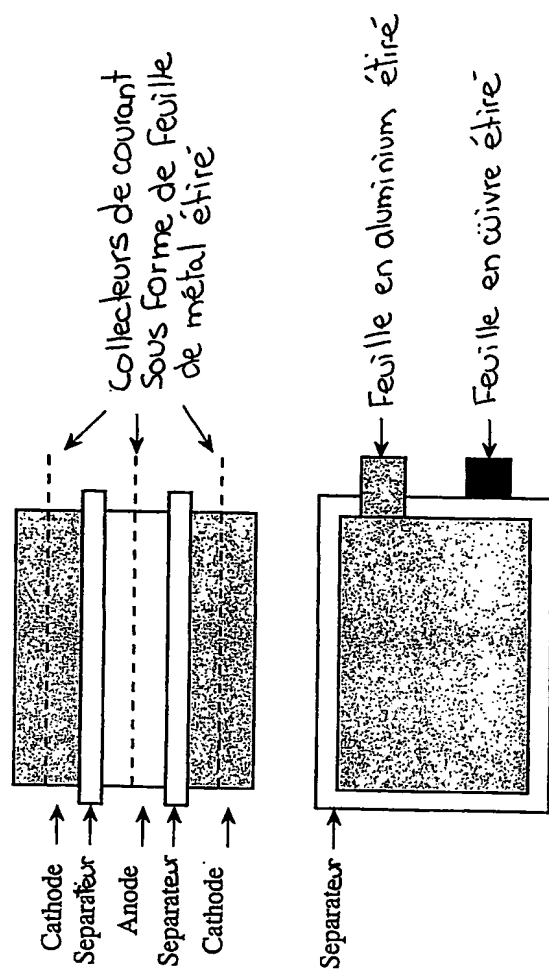


Figure 4: Construction bifaces d'une batterie
Li-ion polymère extrudée